



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 29 671 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 06 K 9/62
G 07 C 9/00
G 07 F 7/10

②1 Aktenzeichen: 199 29 671.5
②2 Anmeldetag: 28. 6. 1999
④3 Offenlegungstag: 11. 1. 2001

DE 199 29 671 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Egger, Robert, Dipl.-Ing., Kapfenberg, AT; Hribernik,
Gerd, Dipl.-Ing., Graz, AT; Windisch, Claudia,
Dipl.-Ing., St. Johann, AT; Haselsteiner, Ernst,
Dipl.-Ing., Graz, AT; Marius, Wolfgang, Dr., Graz, AT;
Heschgl, Kurt, Dipl.-Ing., Graz, AT; Raunegger, Arno,
Dipl.-Ing., Graz, AT

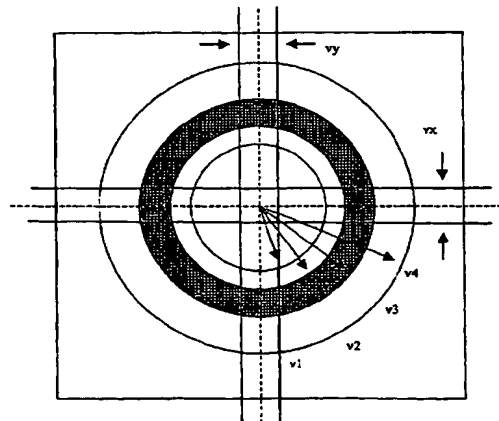
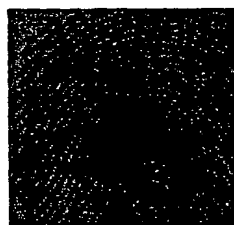
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 42 20 971
US 42 25 850

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Erkennen eines Bildes als Fingerabdruck

⑤7 Ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erkennung eines Bildes als Fingerabdruck, bei welchem das Bild eines vermuteten Abdruckes erfaßt wird, das erfaßte Bild einer zweidimensionalen Fouriertransformation unterzogen wird, der Betrag der Transformatierten innerhalb eines hinsichtlich seiner Lage und seiner Breite vorbestimmten Frequenzbandes (c3-c2) integriert werden, und der Wert dieses Integrals als Maß für die Wahrscheinlichkeit verwendet wird, daß es sich bei dem Bild um einen Fingerabdruck handelt.



DE 199 29 671 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erkennen eines Bildes als Fingerabdruck.

Neben der seit langer Zeit bestehenden Bedeutung der Fingerabdruckidentifizierung in der Kriminalistik erlangt die Identifikation von Fingerabdrücken auf maschineller Basis auch auf anderen Gebieten zunehmende Bedeutung, beispielsweise bei Kreditkarten- und Geldausgabeautomaten sowie bei der Zutrittskontrolle zu Gebäuden bzw. der Berechtigungskontrolle bei Computersystemen, Telekommunikationsgeräten, etc.

Im Gegensatz zur Erfassung und Überprüfung anderer personenbezogener Merkmale, wie z. B. der Struktur der Iris, der Länge und Form der Finger, der Stimme oder der Gesichtsmarkale, bieten sich Fingerabdrücke als mit einfachen, rasch durchführbaren und für eine Person nicht unangenehmen Prozeduren erfaßbar an. Einen Überblick über personenbezogene Merkmale gibt der Artikel "It had to be you" in IEEE Spectrum, Februar 1994. Dazu kommt, daß Fingerabdrücke und ihre Strukturen bestens erforscht sind. Sorgfältige Reihenuntersuchungen und Statistiken haben nachgewiesen, daß die Fingerabdrücke jedes Menschen individuell und selbst bei eineiigen Zwillingen unterschiedlich, wenngleich ähnlich sind.

Das Muster der Fingerabdrücke wird von den Papillarlinien, auch "Ridges" genannt, erzeugt, wobei für die Identifizierung vor allem als Minutien bezeichnete Merkmale von Bedeutung sind, nämlich Endpunkte, Verzweigungen, Inseln sowie andere singuläre Merkmale. Grundbegriffe sind ebenso wie kriminalistische Methoden in dem Standardwerk "The Science of Fingerprints", United States Department of Justice, FBI, U. S. Government Printing Office, Rev. 12-84, Catalog No. JI. 14/2. F49/12/977, enthalten. Nähere Einzelheiten zur automatischen Klassifizierung von Fingerabdrücken sind beispielsweise zu finden in "PCASYS-A Pattern-Level Classification Automatic System for Fingerprints", G. T. Candela et al., U. S. Department of Commerce, August 1995.

Um die Lesbarkeit zu erleichtern und um Wiederholungen zu vermeiden werden nachstehend noch einige spezifische Fachausdrücke erläutert bzw. definiert.

Fingerprint:

Das unbearbeitete Bild eines Fingerabdruckes in maschinell bearbeitbarer Form.

Identität:

Ein Verweis auf eine bestimmte Person.

Identität eines Fingerprints:

Die Verbindung eines Fingerprints mit einer Identität. Zusätzlich die Zusicherung, daß ein Fingerprint seinen Ursprung aus einem bestimmten Finger der Person hat.

Encodierter Fingerprint: Die Menge der aus einem Fingerprint extrahierten und für die Wiedererkennung relevanten Merkmale (Minutientypen, -koordinaten, -orientierungen, ...).

Anfrage Fingerprint:

Ein Fingerprint, dessen Identität festgestellt bzw. geprüft werden soll.

Referenz:

Die aus einer nicht-leeren Menge von Fingerprints bekannter Identität gewonnene Information, die als Basis für den Vergleich mit Anfrage Fingerprints dient.

Archiv:

Eine Menge von Referenzen verschiedener Identität.

Matchfunktion:

Eine Bool'sche Funktion, die für jedes Paar aus einem Fingerprint und einer Referenz eine Zusicherung liefert, ob dem Fingerprint die gleiche Identität zukommt, wie der Referenz

oder nicht (der Weg zur Identität führt immer über die Identität des Fingerprints.).

Identifikation:

Ein Verfahren, die Identität eines Anfrage Fingerprints aus den Referenzen eines Archivs mit Hilfe einer Match-Funktion zu ermitteln.

Enrollment:

Ein Verfahren, nach dem aus einer Menge von Fingerprints bekannter Identität eine Referenz erzeugt wird.

Enrollment-Satz:

Die Menge von Fingerprints, die vom Enrollment zur Bildung einer Referenz akzeptiert wurde.

Vor allem bei den "nicht kriminalistischen" Anwendungen steht zu Beginn das sogenannte "Enrollment", das ist die Registrierung oder die Neuaufnahme von Fingerprints in ein Archiv von Referenzbildern. Die Aufnahme erfolgt üblicherweise mit Hilfe von Printsensoren, die z. B. auf optischer oder kapazitiver Basis arbeiten. Eine Aufnahme von schlechten Referenzbildern in das Archiv verschlechtert naturgemäß die spätere Leistungsfähigkeit des Fingerprintsystems und sollte daher vermieden werden. Dabei können unterschiedliche Ursachen zu minderer Qualität der Referenzbilder führen, z. B. feuchte Haut, unterschiedliche Aufnahmepositionen des Fingers, zu hoher oder zu niedriger Auflagedruck, Verschmierungen, etc. Üblicherweise wird die Neuaufnahme von Fingerprints durch eine Person überwacht und Fingerprints, die gewisse Minimalanforderungen an die Qualität nicht erfüllen, werden sofort ausgeschieden.

Die stillschweigende Annahme, daß ein von einem Fingerprintensor geliefertes Bild auch tatsächlich von einem Finger stammt, d. h. einen Fingerabdruck darstellt, darf nicht getroffen werden. Vielmehr muß in Betracht gezogen werden, daß das Bild von anderen Strukturen stammt, die der Sensor erfaßt, beispielsweise eine Texturoberfläche, ein Tierfell, ein Badeschwamm, etc.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein möglichst einfaches Verfahren anzugeben, mit dessen Hilfe rasch erkannt werden kann, ob ein Bild, z. B. ein mit Hilfe eines Fingerprint-Sensors aufgenommenes Bild, überhaupt ein Fingerabdruck ist.

Durch ein rasches Ausscheiden ungültiger Bilder soll beispielsweise das Enrollment, die Bildung eines Enrollment-Satzes oder eine Identifikation beschleunigt und sicherer werden.

Die gestellte Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß das Bild eines vermuteten Abdruckes erfaßt wird, das erfaßte Bild einer zweidimensionalen Fouriertransformation unterzogen wird, die Werte der Leistung der Transformierten innerhalb eines hinsichtlich seiner Lage und seiner Breite vorbestimmten Frequenzbandes v_3-v_2 integriert werden, und der Wert dieses Integrals als Maß für die Wahrscheinlichkeit verwendet wird, daß es sich um Bilder, die offensichtlich keine Fingerabdrücke sind, handelt.

Die Erfindung bietet die Möglichkeit, Bilder, die offensichtlich Fingerabdrücke sind, von einer weiteren, zeitaufwendigen Verarbeitung auszuschließen, sodaß sich einerseits eine Zeitersparnis ergibt und andererseits auch einem Mißbrauch, z. B. durch ein beabsichtigtes Enrollment eines Stoffmusters und spätere Verwendung des Stoffmusters, vorgebeugt werden kann.

Eine verbesserte Bewertung kann sich ergeben, wenn Lage und Breite des Frequenzbandes innerhalb einer oberen Schranke v_4 und einer unteren Schranke v_1 gewählt werden, wobei die numerischen Werte dieser Schranken durch die charakteristischen Linienstrukturen einer repräsentativen Menge von Fingerabdrücken ermittelt werden.

Um aus der Linien/Spaltenstruktur eines Fingerprintsen-

sors stammende Störungen zu eliminieren kann es vorteilhaft sein, wenn Frequenzbereiche von der Integration ausgenommen werden, die in einem Band der Breite v_x um die y-Achse und in einem Band der Breite v_y um die x-Achse der Transformierten liegen, wobei v_x und v_y Konstante sind, die empirisch als Charakteristika eines bei der Aufnahme des Bildes verwendeten Sensors bestimmt werden.

Eine günstige Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß zur Befreiung des Integranden von seinem Gleichanteil ein Cutoff-Verfahren nach der Vorschrift

$$fs(v, \varphi) = fs(v, \varphi) - FS_{\min} \text{ für } (FS(v, \varphi) - FS_{\min}) \geq 0 \text{ und} \\ fs(v, \varphi) = 0 \text{ für } (FS(v, \varphi) - FS_{\min}) < 0$$

durchgeführt wird, in welchem FS_{\min} konstant ist und empirisch aus Charakteristika eines bei der Aufnahme des Bildes verwendeten Sensors bestimmt wird. Die Entfernung des meist störenden Gleichanteils erfolgt auf diese Weise wirksam und mit geringem Aufwand.

Eine weitere Erhöhung der Sicherheit bzw. eine Beschleunigung der Suche kann sich ergeben, falls zwischen oberer und unterer Schranke v_4, v_1 nach einem Maximum des Integrals über das Frequenzband v_3-v_2 gesucht wird, dabei die Bedingung $v_1 < v_2 < v_3 < v_4$ eingehalten wird, wobei nach Auffinden eines Maximums dessen Wert mit einem vorgegebenen Wert verglichen und ein Überschreiben dieses Wertes als Kriterium für das Vorliegen eines Fingerabdruckes genommen wird.

Es hat sich in der Praxis als effizient erwiesen, wenn die Breite des Bandes zwischen $0,1 \text{ mm}^{-1}$ und $0,3 \text{ mm}^{-1}$ liegt.

Andererseits kann die Suche nach einem Maximum entfallen, falls $v_3 = v_4$, und $v_1 = v_2$ gesetzt wird, wobei beispielsweise $v_3 = v_4$ zwischen 3 und 4 mm^{-1} und $v_1 = v_2$ zwischen 1 und 2 mm^{-1} gewählt wird.

Ein manchmal sehr nützliches, die Genauigkeit erhöhendes, zusätzliches Bewertungskriterium ergibt sich dadurch, daß von dem erfaßten Bild ein Histogramm erstellt wird, welches die Zahl der Pixel über den Grauwerten angibt, und ein unterer Grenzwert (FP-Min) des Histogramms sowie ein oberer Grenzwert (FP-Max) des Histogramms erfaßt wird, in welchen Grenzwerten die Pixelzahl unter ein festgelegtes Minimum abgesunken ist, und überprüft wird, ob die beiden Grenzwerte einer vorgegebenen Funktion $FS_{\max} = F(\text{FP-Min})$ innerhalb festgesetzter Toleranzgrenzen entsprechen.

Die Erfindung samt weiterer Vorteile wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert, in welcher zeigen

Fig. 1 ein beispielsweise Bild eines Fingerprints,

Fig. 2 das theoretische Bild einer Transformierten im Frequenzbereich,

Fig. 3 das Bild der Fouriertransformierten eines Fingerprints nach **Fig. 1**,

Fig. 4a und **4b** den Verlauf des Betrages der Fouriertransformierten längs zweier Geraden durch den Ursprung bei **Fig. 3** gemessen,

Fig. 5 eine Kurve ähnlich **Fig. 4a** und **4b** nach Filterung durch einen Bandpaß, und

Fig. 6a bzw. **6b** Histogramme der von einem Sensor gelieferten Grauwerte.

Ausgangspunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Bild, das beispielsweise mit Hilfe eines Fingerprintsensors erzeugt wird. Bei Versuchen der Erfinder wurden Bitmaps mit 256×256 Pixel und 256 Grauwerten verwendet, und **Fig. 1** zeigt ein Beispiel eines Fingerabdruck-Bildes oder Fingerprints.

Das Bild wird nun einer 2-dimensionalen Fouriertransformation unterworfen, daraus das Frequenzspektrum in Polarstellung als Betrags- und Phasenanteil gewonnen und der

Phasenanteil verworfen. Die Natur des verwendeten Verfahrens bewirkt, daß sich im Bild der Frequenzen die Anteile mit niedrigen Frequenzen in den "Ecken" sammeln. Für die nun folgende Analyse wird der Ursprung so transformiert, daß sich Gleichanteil und niederfrequente Anteile nahe beim Ursprung befinden. Symmetrie und Periodizität der Fouriertransformierten bewirken, daß man diese Operation auch als Permutation der Quadranten sehen kann. Solche Transformationsverfahren sind bekannt, und es sei diesbezüglich beispielsweise verwiesen auf: "The Scientist's and Engineer's Guide to Digital Signal Processing", S. W. Smith, 1999, California Technical Publishing, ISBN 0-9660-176-7-6, Chapter 24. "Linear Image Processing" (p. 397-421).

Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** werden für die Bewertung des Frequenzspektrums ($FS(v, \varphi)$) folgende Parameter und Funktionen über den Parametern eingeführt: (v, φ) wird nur eingeführt, um das Integral über einen Ring einfach formulieren zu können, φ , hat nichts mit der "Phase" zu tun).

Auf das beispielsweise Bild eines Fingerprints nach **Fig. 1** zurückkommend sei nun auf **Fig. 3** verwiesen, wo die 2-D-Fouriertransformierte des Bildes nach **Fig. 1** gezeigt ist. Wie oben bereits angegeben, zeigt **Fig. 3** das Betragsspektrum in geschifteter Form, d. h. die ursprünglichen Quadranten werden so vertauscht, daß der Gleichanteil nun im Zentrum liegt. Weiters fällt auf, daß das Fourierspektrum symmetrisch ist, sodaß man sich auf die Analyse des halben Bildes beschränken kann.

Bewegt man sich im Bild der Transformierten im ersten und zweiten Quadranten entlang einer Geraden durch den Ursprung, beispielsweise der Diagonale und trägt die Betragswerte als Funktion auf, so ergeben sich Kurvenverläufe wie in **Fig. 4a** und **4b**. Trotz der starken Schwankungen ist ein charakteristisches Maximum zu erkennen, das der tropischen Ridgebreite entspricht und als typisch für Fingerprintbilder bewertet werden kann. Die so gewonnenen Kurven beinhalten starke Schwankungen und können, wie die Erfahrung gezeigt hat, für jeden Fingerprint einen sehr unterschiedlichen Verlauf zeigen, wodurch der Informationsgehalt relativ bescheiden ist.

Die Bewertung dieser Kurvenschar durch das Integral über eine Gütefunktion $G(v_2)$ ersetzt,

$$G(v_2) = \frac{\int_{v_2}^{v_3} fs(v, \varphi) v^2 dv d\varphi}{\int_{v_2}^{v_3} v^2 dv d\varphi},$$

wobei die Funktion $fs(v, \varphi)$, die durch Wirkung eines Cutoff-Wertes FS_{\min} aus $FS(v, \varphi)$ nach der Vorschrift

$$fs(v, \varphi) = fs(v, \varphi) - FS_{\min} \text{ für } (FS(v, \varphi) - FS_{\min}) \geq 0 \text{ und} \\ fs(v, \varphi) = 0 \text{ für } (FS(v, \varphi) - FS_{\min}) < 0 \text{ entsteht.}$$

Für den konkreten Wert $(v_3-v_2) = 0,3 \text{ mm}^{-1}$ ergeben sich dann für den Fingerprint der **Fig. 1** Kurven der Form **Fig. 5**. Für die Bewertung eines Fingerprints wird das Maximum der Gütefunktion für fixe Parameter $v_1, (v_3-v_2), v_4, FS_{\min}$ innerhalb des erlaubten Bereiches ermittelt. Diese Parameter werden empirisch anhand einer Referenzmenge repräsentativer Fingerprints bestimmt.

Die Erfindung integriert demnach den Betrag der Fouriertransformierten innerhalb eines hinsichtlich seiner Lage und seiner Breite vorbestimmten Frequenzbandes (v_3-v_2), wozu auf den unterlegten Kreisring in **Fig. 2** verwiesen wird. Der Wert dieses oben angegebenen Integrals als Gütefunktion wird als Maß für die Wahrscheinlichkeit verwen-

det, daß es sich bei dem untersuchten Bild tatsächlich um einen Fingerabdruck handelt. Bei der Aufnahme von Fingerprints, z. B. für ein Enrollment, kann man einen Grenzwert für die Gütefunktion vorgeben, der eine konkrete Entscheidung erlaubt, ob ein Bild angenommen oder verworfen wird.

Zweckmäßigerweise bringt man das Frequenzband innerhalb einer oberen Schranke v_4 und einer unteren Schranke v_1 unter; (siehe die entsprechenden Kreise in Fig. 2), wobei die numerischen Werte dieser Schranken durch charakteristische Linienstrukturen einer repräsentativen Menge von Fingerabdrücken empirisch ermittelt werden.

Im Hinblick auf die zuvor genannte Zeilen/Spaltenstruktur von Fingersensoren kann man Frequenzbereiche von der Integration ausnehmen, die in einem Band der Breite v_x um die y-Achse und in einem Band der Breite v_y um die x-Achse der Transformierten liegen, wie in Fig. 2 dargestellt. Die Werte für v_x und v_y werden empirisch aus den Charakteristika des Sensors ermittelt.

Man kann weiters innerhalb der genannten Schranken v_1 und v_4 nach einem Maximum des Integrals über das Frequenzband (v_3-v_2) suchen, wobei sich praktische Werte für das dabei konstant gehaltene Frequenzband, z. B. zwischen $0,1 \text{ mm}^{-1}$ und $0,3 \text{ mm}^{-1}$, bewegen.

Die Suche nach einem Maximum kann aber auch entfallen, wenn man $v_1 = v_2$ setzt. Typische, aber nur als Beispiele zu verstehende Werte von $v_3 = v_4$ liegen zwischen 3 und 4 mm^{-1} und jene von $v_1 = v_2$ zwischen 1 und 2 mm^{-1} .

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf Fig. 6a und 6b noch ein zusätzliches Kriterium erläutert, das bei der Bewertung eines Bildes, das von einem Fingersensor stammt, verwendet werden kann. In dem Diagramm nach Fig. 6a bzw. 6b ist die Anzahl der Pixel im Bild über den Grauwerten aufgetragen. Das Beispiel geht von einem kapazitiven Sensor und 256 Grauwerten aus. Fig. 6a zeigt ein Histogramm des Bildes eines Sensors; das keinen Fingerabdruck darstellt, aber alle seitens des Sensors lieferbaren Grenzwerte ausschöpft, wobei ein kleinster Grauwert L durch den Kontakt der Sensoroberfläche mit Luft und ein größter Grauwert W durch den Kontakt der Sensoroberfläche mit Wasser praktisch festgelegt sind. (Der Grauwert 0 entspricht "schwarz", der Grauwert 255 entspricht "weiß".)

Ein typisches Histogramm für einen tatsächlichen Fingerabdruck zeigt Fig. 6b, wobei sich zeigt, daß die Grenzen FP-Min und FP-Max durch einen steilen Anstieg und einen steilen Abfall wohldefiniert sind. Man kann von einem gegebenen Bild dieses Histogramm erstellen, und den oberen bzw. unteren Grenzwert FP-Max bzw. FP-Min erfassen, wobei die Grenzwerte dadurch festgelegt werden, daß dort die Pixelzahl unter ein festgelegtes Minimum abgesunken ist. Sodann überprüft man, ob die beiden Grenzwerte innerhalb festgesetzter Toleranzgrenzen einer vorgegebenen, empirisch ermittelten Funktion entsprechen. Insbesondere kann die Funktion eine lineare Funktion sein, $\text{FP-Max} = C \cdot \text{FP-Min}$, wobei der Anstieg C dieser Funktion als Bewertungskriterium zur Frage, ob ein Bild einen Fingerabdruck darstellt, verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Bildes als Fingerabdruck, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bild eines vermuteten Abdruckes erfaßt wird, das erfaßte Bild einer zweidimensionalen Fouriertransformation unterzogen wird, der Betrag der Transformierten innerhalb eines hinsichtlich seiner Lage und seiner Breite vorbestimmten Frequenzbandes v_3-v_2 integriert werden, und der Wert dieses Integrals als Maß für die Wahr-

scheinlichkeit verwendet wird, daß es sich bei dem Bild um einen Fingerabdruck handelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Lage und Breite des Frequenzbandes innerhalb einer oberen Schranke v_4 und einer unteren Schranke v_1 gewählt werden, wobei die numerischen Werte dieser Schranken durch die charakteristischen Linienstrukturen einer repräsentativen Menge von Fingerabdrücken ermittelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Frequenzbereiche von der Integration ausgenommen werden, die in einem Band der Breite v_x um die y-Achse und in einem Band der Breite v_y um die x-Achse der Transformierten liegen, wobei v_x und v_y Konstante sind, die empirisch als Charakteristika eines bei der Aufnahme des Bildes verwendeten Sensors bestimmt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Befreiung des Integranden von seinem Gleichanteil ein Cutoff-Verfahren nach der Vorschrift

$$\text{fs}(v, \varphi) = \text{FS}(v, \varphi) - \text{FS}_{\min} \text{ für } (\text{FS}(v, \varphi) - \text{FS}_{\min}) \geq 0 \text{ und} \\ \text{fs}(v, \varphi) = 0 \text{ für } (\text{FS}(v, \varphi) - \text{FS}_{\min}) < 0$$

durchgeführt wird, in welchem FS_{\min} konstant ist und empirisch aus Charakteristika eines bei der Aufnahme des Bildes verwendeten Sensors bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen oberer und unterer Schranke v_4 , v_1 nach einem Maximum des Integrals über das Frequenzband v_3-v_2 gesucht wird, dabei die Bedingung $v_1 < v_2 < v_3 < v_4$ eingehalten wird, wobei nach Auffinden eines Maximums dessen Wert mit einem vorgegebenen Wert verglichen und ein Überschreiten dieses Wertes als Kriterium für das Vorliegen eines Fingerabdruckes genommen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Bandes zwischen $0,1 \text{ mm}^{-1}$ und $0,3 \text{ mm}^{-1}$ liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzschranken mit $v_3 = v_4$, und $v_1 = v_2$ gesetzt werden, wobei beispielsweise $v_3 = v_4$ zwischen 3 und 4 mm^{-1} und $v_1 = v_2$ zwischen 1 und 2 mm^{-1} gewählt wird.

8. Verfahren zur Aussonderung von Abdrücken, welches vor dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 angewendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß von dem erfaßten Bild ein Histogramm erstellt wird, welches die Zahl der Pixel über den Grauwerten angibt, und ein unterer Grenzwert (FP-Min) des Histogramms sowie ein oberer Grenzwert (FP-Max) des Histogramms erfaßt wird, in welchen Grenzwerten die Pixelzahl unter ein festgelegtes Minimum abgesunken ist, und überprüft wird, ob die beiden Grenzwerte einer vorgegebenen Funktion $\text{FP-Max} = F(\text{FP-Min})$ innerhalb festgesetzter Toleranzgrenzen entsprechen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion eine lineare Funktion ist, und der Anstieg der Funktion als Bewertungskriterium verwendet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

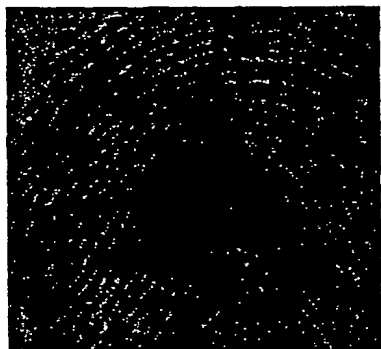


Fig. 1

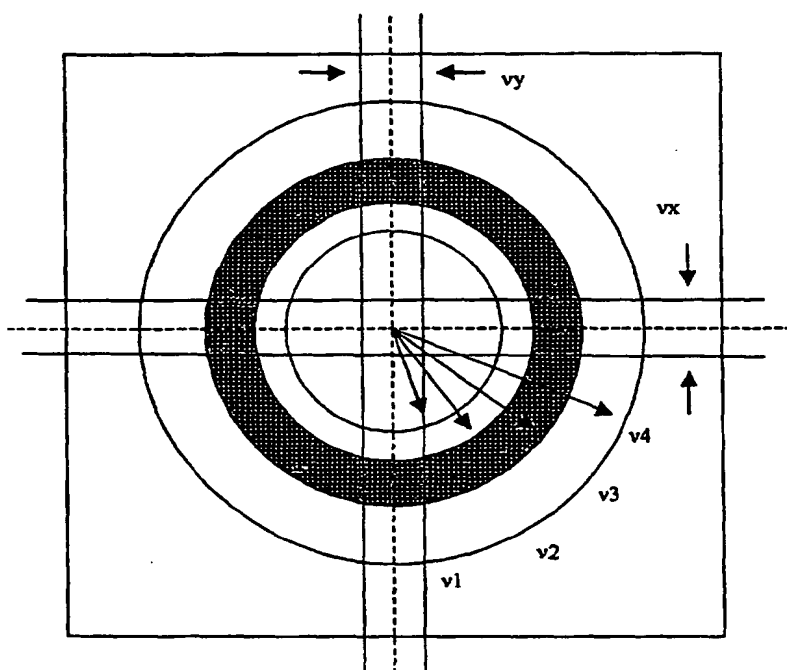


Fig. 2

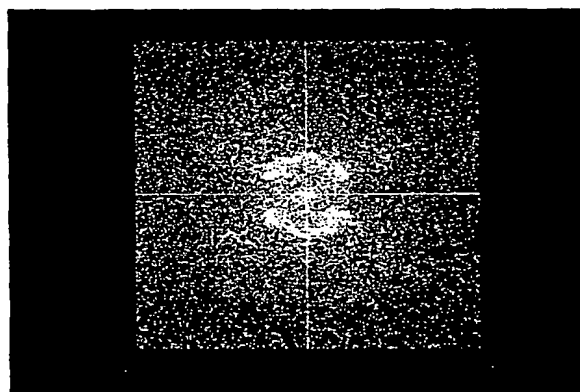


Fig. 3

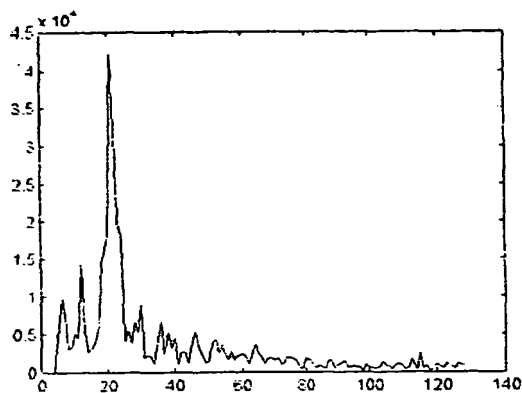


Fig. 4a

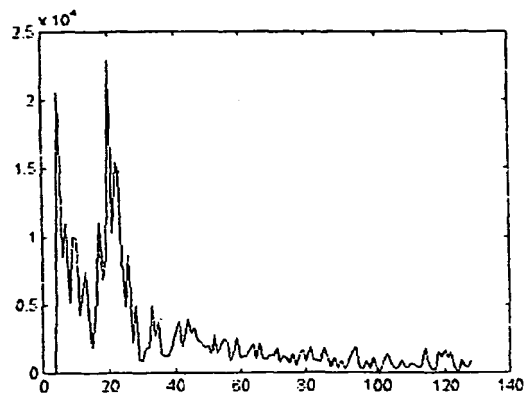


Fig. 4b

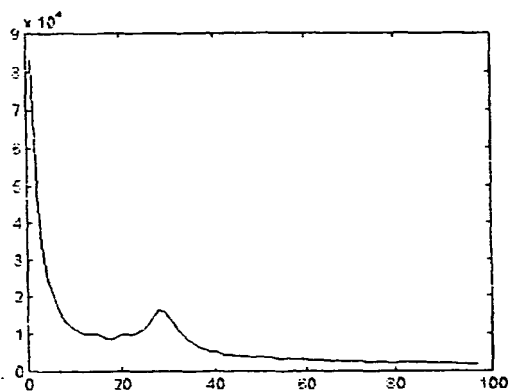


Fig. 5

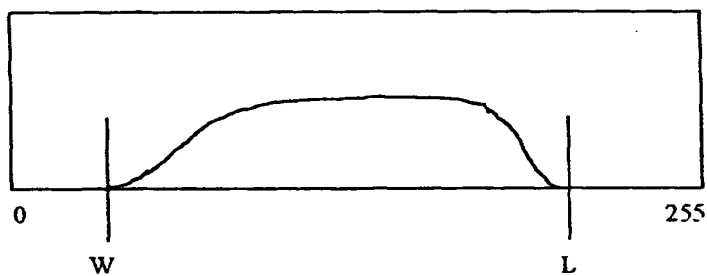


Fig. 6a

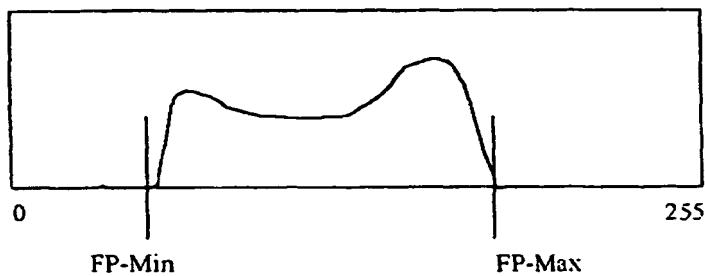


Fig. 6b